



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 199 32 903 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
C 02 F 3/08
C 02 F 3/10

21 Aktenzeichen: 199 32 903.6
22 Anmeldetag: 12. 7. 1999
43 Offenlegungstag: 26. 10. 2000

DE 199 32 903 A 1

65 Innere Priorität:
199 17 762. 7 12. 04. 1999

71 Anmelder:
Harbs, Volker, Dipl.-Ing., 20251 Hamburg, DE; Wu,
Haiyan, Dipl.-Ing., 20255 Hamburg, DE; Li,
Zhiqiang, 20255 Hamburg, DE

74 Vertreter:
Uexküll & Stolberg, 22607 Hamburg

72 Erfinder:
gleich Anmelder

56 Entgegenhaltungen:
DE 196 26 592 A1
DE 195 46 921 A1
DE 42 05 572 A1
WO 91 11 396 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

64 Verfahren zur biologischen Abwasserreinigung unter Verwendung eines Wirbelbettes in einem Bioreaktor

67 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur biologischen Abwasserreinigung mit dem Belebungsverfahren, wobei ein mobiles Festbett (Wirbelbett) für die Ansiedlung von Mikroorganismen zur Aufkonzentrierung der Biomasse im Belebungsbecken eingesetzt wird.
Die Erfindung betrifft ferner ein Verfahren zum Betrieb der Vorrichtung sowie die Anwendung von Trägermaterial mit einer Dichte von $0,8 \rho_{\text{Wasser}} < \rho_{\text{Trägermaterial}} < \rho_{\text{Wasser}}$ im mit Mikroorganismen bewachsenen Zustand in diesem Verfahren.

DE 199 32 903 A 1

Beschreibung

Das Belebungsverfahren ist das meist angewendete Verfahren zur Reinigung organisch verschmutzter Abwässer, wie zum Beispiel kommunales Abwasser und organisch verschmutzte industrielle Abwässer. Eine Kläranlage mit Belebungsverfahren besteht in der Regel aus mechanischer Reinigungsstufe und der biologischen Reinigungsstufe. Die biologische Reinigungsstufe besteht aus Belebungs- und Nachklärung. In dem Belebungsbecken werden die Schmutzstoffe durch Bakterien abgebaut, dabei vermehrt sich die Bakterienmasse. Für diesen Abbauprozess ist eine Sauerstoffversorgung erforderlich, dafür wird in der Regel Luft in die Belebungsbecken geblasen.

Die Trennung des gereinigten Abwassers vom Belebtschlamm erfolgt in der Regel in den Nachklärbecken. Der Schlamm setzt sich nach unten ab und das gereinigte Wasser wird oben abgezogen. Der abgesetzte Belebtschlamm wird als Rücklaufschlamm in die Belebungsstufe zurückgeführt bzw. als Überschussschlamm aus dem System abgezogen.

In modernen Kläranlagen ist eine Stickstoffelimination in der Regel erforderlich. Dementsprechend werden die Belebungsbecken in Denitrifikations- und Nitrifikationszonen unterteilt. In der nicht belüfteten Denitrifikationszone werden in der Regel Rührwerke eingesetzt, um den Belebtschlamm mit dem Abwasser zu durchmischen. Die Belüftung in der Nitrifikationszone sorgt nicht nur für den Sauerstoffeintrag, sondern auch für die Durchmischung des Beckeninhaltes. Für die Denitrifikation ist eine interne Rezirkulation erforderlich, dabei wird das nitrathaltige Abwasserbelebtschlammgemisch in die Denitrifikationszone zurückgeführt.

Bei Abwasserreinigung mit vermehrter biologischer Phosphorelimination ist in der Regel eine anaerobe Zone vor der Denitrifikationszone vorzuschalten. Ihre Durchmischung erfolgt in der Regel ebenfalls mit Rührwerken.

Um die Biomasse in den Belebungsbecken zu erhöhen, ohne gleichzeitig die Becken vergrößern zu müssen bzw. bei Neubauten die Becken kleiner herstellen zu können, können Festbettkörper in die Becken eingetaucht werden. Dies ist die sogenannte Festbettbelebungs- oder der Festbettreaktor. Auf diesem Festbett siedeln sich Bakterien an und bilden einen Biorasen. Die Biomassekonzentration im Belebungsbecken kann damit insgesamt erhöht und das notwendige Volumen der Belebungsbecken reduziert werden.

Dieses Festbettverfahren hat Betriebsprobleme, da durch das schnelle Bakterienwachstum die Festbettkörper zuwachsen und verstopfen. Die Luftversorgung der Biomasse wird durch diese Verstopfung erheblich gestört. Die Leistung dieser Anlagenteile kann dann nicht mehr optimal ausgenutzt werden. Aus diesem Grunde hat sich das Festbettverfahren in kommunalen Abwasseranlagen nicht durchgesetzt. In der Industrieabwasserreinigung findet das Festbettverfahren aus dem gleichen Grunde nur eine begrenzte Anwendung.

Sondervorfahren für das Festbett sind in den Patenten EP-A-0 075 298 und DE-A-38 15 865 offenbart. Als Trägermaterialien werden dort offeneporige Schaumstoffwürfel mit einer Kantenlänge von 1 cm bis 3 cm eingesetzt. Diese Schaumstoffkörper werden mit der Zeit von Bakterien und Mikroorganismen in ihrem Innern und auf der Oberfläche besiedelt.

Je nach Bewuchs weisen die Schaumstoffwürfel verschiedene Dichten auf, manche sind schwerer als Wasser, manche leichter, eine Phasentrennung des Trägermaterials vom Abwasserbelebtschlammgemisch ist verfahrenstechnisch nicht möglich. Diese Schaumstoffkörper dürfen aber nicht in die Nachklärbecken gelangen. Bei diesen Verfahren werden im

Ablaufbereich der Belebungsbecken Netze oder andere Fangkonstruktionen angeordnet. Die Netze führen zu erheblichen Betriebsstörungen, da sich im Abwasser enthaltene Feststoffe wie Haare, Fasern, Papier, Folien usw. verfangen und diese verstopfen.

Die Schaumstoffwürfel können einen sehr starken mechanischen Abrieb unterliegen und gelangen dann als Bruchteile in die nachfolgenden Reinigungsstufen, wo es zu weiteren betrieblichen Schwierigkeiten kommen kann. Das Nachfüllen des verlorenen Schaumstoffmaterials verursacht zusätzliche Betriebskosten.

Aufgrund der vorstehend angeführten Nachteile, konnte sich auch dieses Verfahren nicht in der kommunalen Abwasserreinigung verbreiten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, unter Vermeidung der vorgenannten Nachteile des Standes der Technik ein Verfahren zu schaffen, das zur biologischen Abwasserreinigung geeignet ist und eine wirtschaftliche, effiziente Arbeitsweise aufweist. Ferner ist es Aufgabe der Erfindung eine Vorrichtung zu schaffen, mit der ein solches Verfahren durchgeführt werden kann.

Diese Aufgabe ist dadurch gelöst, daß erfindungsgemäß ein Wirbelbettbelebungs-Verfahren mit schwebenden Trägermaterialien eingesetzt wird. Die Erfindung betrifft ferner eine Vorrichtung, in der das Wirbelbettbelebungs-Verfahren verwendet wird.

Für das Wirbelbettbelebungs-Verfahren werden im Wasser schwebende, feste Trägermaterialien beispielsweise aus Kunststoff verwendet. Diese Trägermaterialien haben eine Dichte von $0,8 \rho_{\text{Wasser}} < \rho_{\text{Trägermaterial}} < \rho_{\text{Wasser}}$ im mit Mikroorganismen bewachsenen Zustand. Das Trägermaterial mit einer solchen Dichte schwebt im Ruhezustand an der Wasseroberfläche, im turbulenten Belebungsbecken schweben und verwirbeln die Trägerkörper über den gesamten Beckenquerschnitt und werden vollständig mit dem Abwasserbelebtschlammgemisch durchgemischt. Es bildet sich ein Wirbelbett. Dieses Wirbelbett bietet den Bakterien, wie beim Festbett, zusätzliche Oberflächen für eine Besiedelung und damit eine höhere Biomassekonzentration im Belebungsbecken. Im Vergleich mit dem herkömmlichen Festbett ist mit einem Wirbelbett eine Verstopfung unmöglich, da sich alle Trägerkörper ständig in Bewegung befinden.

Im Ablaufbereich des Belebungsbeckens wird erfindungsgemäß eine Beruhigungszone, in der sich das Trägermaterial aufgrund seiner Dichte automatisch vom Abwasser trennt, aufschwimmt und sich im oberen Bereich des Wasserkörpers sammelt, eingerichtet. Das Abwasserbelebtschlammgemisch wird im Sohlbereich des Beckens abgezogen und in das Nachklärbecken eingeleitet.

Die an der Oberfläche schwebenden Trägermaterialien werden in den Zulauf des Belebungsbeckens zurückgeführt.

Für das Wirbelbettbelebungsverfahren werden Trägermaterialien mit einer Dichte im bewachsenen Zustand von $0,8 \rho_{\text{Wasser}} < \rho_{\text{Trägermaterial}} < \rho_{\text{Wasser}}$ verwendet. In einem Wirbelbett können Trägermaterialien mit verschiedenen Dichten kombiniert werden. Um die vorgenannten Dichten der Trägerkörper im bewachsenen Zustand einhalten zu können, ist die Kornnaßdichte des Materials der Trägerkörper in der Regel zwischen $0,75 \text{ g/cm}^3$ bis $0,95 \text{ g/cm}^3$ zu wählen.

Erfindungsgemäß besteht das Trägermaterial aus unregelmäßig oder regelmäßig, zum Beispiel kugelförmigen oder granulatformigen Teilchen. Die Teilchen können massiv oder hohl sein und die Teilchen können glatte, rauhe oder strukturierte Oberflächen haben. Teilchen mit rauher und/oder strukturierter Oberfläche begünstigen in der Regel die Ansiedlung von Mikroorganismen auf den Trägerkörpern.

Die Größe der Teilchen wird in Abhängigkeit zur Abwasserzusammensetzung und dem Reinigungsziel gewählt. Bei-

spielsweise können massive Teilchen mit Durchmessern von 2 mm bis 30 mm, bevorzugt 2 mm bis 20 mm, insbesondere 2 mm bis 10 mm verwendet werden. Es können auch Teilchen verschiedener Größen und Formen in einem Wirbelbett kombiniert werden.

Für die vorgenannten Trägerkörper des Wirbelbettes sind vorzugsweise Kunststoffe (Homo-Copolymere von Olefinen, insbesondere Polyethylen, Polypropylen und/oder Polybuten), vorgesehen. Es können auch mehrere verschiedene Materialien in einem Wirbelbett in Kombination verwendet werden.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung enthält das für die zuvor genannten Materialien umfassende Wirbelbett. Das Wirbelbett kann problemlos der Vorrichtung angepaßt werden. Die Größe der Vorrichtung selbst hängt wiederum von der jeweiligen Anwendung ab, für die die Vorrichtung eingesetzt wird.

Bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen sowie der nachfolgenden Beschreibung:

Fig. I.1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Belebungszone und einer Beruhigungszone, wobei die Trägermaterialien durch eine Pumpe zurückgeführt werden, im Grundriß.

Fig. I.2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Belebungszone und einer Beruhigungszone, wobei die Trägermaterialien durch eine Pumpe zurückgeführt werden, im Längsschnitt.

Fig. II.1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung, wie Fig. I.1 jedoch mit einer zusätzlichen nicht belüfteten Zone für Denitrifikation, im Grundriß.

Fig. II.2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung, wie Fig. I.2 jedoch mit einer zusätzlichen nicht belüfteten Zone für Denitrifikation, im Längsschnitt.

Fig. III.1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung wie Fig. I.1 jedoch mit einer nicht belüfteten Zone für biologische Phosphoreliminierung und einer nicht belüfteten Zone für Denitrifikation, im Grundriß.

Fig. III.2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung wie Fig. I.2 jedoch mit einer nicht belüfteten Zone für biologische Phosphoreliminierung und einer nicht belüfteten Zone für Denitrifikation, im Längsschnitt.

Fig. IV.1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung, mit einer Belebungszone und einer Beruhigungszone im Umlaufbecken, im Grundriß.

Fig. IV.2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung mit einer Belebungszone und einer Beruhigungszone im Umlaufbecken, im Längsschnitt (nur sinngemäß dargestellt).

Fig. V.1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung wie Fig. IV.1 jedoch mit einer zusätzlichen nicht belüfteten Zone für Denitrifikation im Umlaufbecken, im Grundriß.

Fig. V.2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung wie Fig. IV.2 jedoch mit einer zusätzlichen nicht belüfteten Zone für Denitrifikation im Umlaufbecken, im Längsschnitt (nur sinngemäß dargestellt).

Fig. VI.1 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung wie Fig. IV.1 jedoch mit einer nicht belüfteten Zone für biologischen Phosphoreliminierung und einer nicht belüfteten Zone für Denitrifikation im Umlaufbecken, im Grundriß.

Fig. VI.2 zeigt eine erfindungsgemäße Vorrichtung wie Fig. IV.2 jedoch mit einer nicht belüfteten Zone für biologischen Phosphoreliminierung und einer nicht belüfteten Zone für Denitrifikation im Umlaufbecken, im Längsschnitt (nur sinngemäß dargestellt).

Das Wirbelbettverfahren kann auch in diskontinuierlichen Belebungsanlagen, beispielsweise SBR-Anlagen, eingesetzt werden. Bei diesen diskontinuierlichen Anlagen werden die verschiedenen Verfahrensschritte, zum Beispiel

biologische Phosphorelimination, Denitrifikation, Nitrifikation und Nachklärung in zeitlicher Reihenfolge im einem Becken ablaufen.

Die Befüllung der Vorrichtung mit dem Trägermaterial ist abhängig von der geforderten Leistung und liegt beispielsweise bei einem Verdrängungsvolumenanteil von 2 bis 50%, bevorzugt 5 bis 40%, insbesondere 10 bis 30%.

Die vorliegende Erfindung weist im Vergleich zu den oben angeführten Festbettverfahren des Standes der Technik insbesondere folgende Vorteile auf.

Eine Verstopfung ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ausgeschlossen.

Im Wirbelbett werden die Mikroorganismen auf den Trägermaterialien (Trägerkörpern) gleichmäßig belastet und belüftet, so daß eine größtmögliche Ausnutzung des Trägermaterials verfahrenstechnisch realisiert ist.

Es zeigen sich erhebliche betriebstechnische Vorteile dadurch, daß sich das Trägermaterial automatisch in der Beruhigungszone vom Abwasserbelebtschlammgemisch trennt und dadurch keine Fangkonstruktion erforderlich ist.

Durch die sich ständig bewegenden und aneinander reibenden Trägerkörper des Wirbelbettes werden die Schlammflocken im Abwasser zerkleinert. Die spezifische Oberfläche der Schlammflocken wird größer, dadurch die biologische Aktivität in der Belebung wesentlich erhöht.

Durch die ständige Bewegung der Trägerkörper werden die Luftbläschen in der Belebung zerkleinert und erhalten damit eine größere spezifische Oberfläche für einen besseren Gasaustausch. Gleichzeitig bleiben die Luftbläschen länger im Wasser, da die Trägerkörper des Wirbelbettes einen schnellen Aufstieg verhindern. Der Sauerstoffeintrag wird dadurch wesentlich verbessert und die Betriebskosten verringert.

Beim Wirbelbettbelebungs-Verfahren kann auch mit geringerem Beckenvolumen eine Nitrifikation erzielt werden. Die langsam wachsenden Nitrifikanten siedeln sich auf der Oberfläche der Trägerkörper des Wirbelbettes an, bleiben im Belebungsbecken und stehen permanent für die Nitrifikation zur Verfügung.

In den Zeichnungen gemäß den Fig. I.1 bis VI.2 sind einige Ausführungsbeispiele zur Durchführung eines erfindungsgemäßen Wirbelbettbelebungs-Verfahrens in einem Kaskaden- bzw. Umlaufbecken schematisch dargestellt und nachstehend 2 Beispiele mit Denitrifikation und Nitrifikation im Langbecken (Kaskadenbecken und im Umlaufbecken näher erläutert. Ein Umlaufbecken kann selbstverständlich auch kreisförmig ausgebildet sein.

Bei dem in Fig. II.1 und II.2 gezeigten Kaskadenbecken wird das Rohabwasser über den Zulauf 1 in das Belebungsbecken 2 eingeleitet. Das Abwasser vermischt sich in der Zone 2.2 mit Belebtschlamm, durchfließt das Belebungsbecken 2 weiter und wird dabei unter Zugabe von Luftsauerstoff 2.5 biologisch gereinigt.

Im Belebungsbecken 2 wird zunächst in der Denitrifikationszone 2.2, durch eine oder mehrere Rührereinrichtung(en) 2.7 und/oder hydraulische Mischeinrichtung(en) eine Durchmischung des Trägermaterials mit dem Abwasserbelebtschlammgemisch erzeugt und so das Wirbelbett gebildet. Danach fließt das Gemisch in die Nitrifikationszone 2.3 und wird belüftet. Die Belüftung 2.5 sorgt neben der Sauerstoffversorgung für die Mikroorganismen dafür, daß das Trägermaterial im Abwasser auf den gesamten Beckenquerschnitt durchmischt wird, dies kann gegebenenfalls durch hydraulische und/oder mechanische Einwirkung unterstützt werden.

Nach Durchfließen der Nitrifikationszone 2.3 ist eine erfindungsgemäße Beruhigungszone 2.4 angeordnet, in der sich das Trägermaterial vom Abwasserbelebtschlammge-

misch trennt. Durch Einbau einer Leitwand 2.6 zu Beginn der Beruhigungszone wird das Aufschwimmen des Trägermaterials begünstigt, so daß die Beruhigungszone verkürzt werden kann. Das Trägermaterial sammelt sich im oberen Bereich des Beckenquerschnittes an der Wasseroberfläche. Das Trägermaterial aus der Beruhigungszone 2.4 wird mit der für die Denitrifikation erforderlichen Rezirkulation 7 in die Denitrifikationszone 2.2 zurückgeführt. Im unteren Bereich der Beruhigungszone 2.4 wird das Abwasserbelebtschlammgemisch abgezogen und dem Nachklärbecken 3 zugeführt. Der Schlamm wird dort abgesetzt und als Rücklaufschlamm 4 dem Zulauf des Belebungsbeckens 1 zugeführt. Der Überschußschlamm 5 wird abgezogen und in die Schlammbehandlung geleitet. Das gereinigte Abwasser 6 wird zum Vorfluter (Gewässer) abgeleitet.

Bei dem in Fig. V.1 und V.2 gezeigten Umlaufbecken wird das Rohabwasser ebenfalls über den Zulauf 1 in das Belebungsbecken 2 eingeleitet. Das Abwasser vermischt sich in der Zone 2.2 mit Belebtschlamm, durchfließt das Belebungsbecken 2 weiter und wird dabei unter Zugabe von Luftsauerstoff 2.5 biologisch gereinigt.

Im Belebungsbecken 2 wird zunächst in der Denitrifikationszone 2.2 zu Beginn eines Umlaufs durch eine oder mehrere Rührereinrichtung(en) 2.7 und/oder hydraulische Mischeinrichtung(en) eine Durchmischung des Trägermaterials mit dem Abwasserbelebtschlammgemisch erzeugt und so das Wirbelbett gebildet. Danach fließt das Gemisch in die Nitrifikationszone 2.3 und wird belüftet. Die Belüftung 2.5 sorgt neben der Sauerstoffversorgung für die Mikroorganismen dafür, daß das Trägermaterial im Abwasser auf dem gesamten Beckenquerschnitt durchmischt wird, dies kann gegebenenfalls durch hydraulische und/oder mechanische Einwirkung unterstützt werden.

Nach Durchfließen der Nitrifikationszone 2.3 ist eine erfindungsgemäße Beruhigungszone 2.4 angeordnet, in der sich das Trägermaterial vom Abwasserbelebtschlammgemisch trennt. Durch Einbau einer Leitwand 2.6 zu Beginn der Beruhigungszone, wird das Aufschwimmen des Trägermaterials begünstigt, so daß die Beruhigungszone verkürzt werden kann. Das Trägermaterial sammelt sich dort im oberen Bereich des Beckenquerschnittes an der Wasseroberfläche. Das Trägermaterial wird dann automatisch mit der Umlaufströmung in die Denitrifikationszone 2.2 zurückgeführt. Im unteren Bereich der Beruhigungszone 2.4 wird das Abwasserbelebtschlammgemisch abgezogen und dem Nachklärbecken 3 zugeführt. Der Schlamm wird hier abgesetzt und als Rücklaufschlamm 4 dem Zulauf des Belebungsbeckens 1 zugeführt. Der Überschußschlamm 5 wird abgezogen und in die Schlammbehandlung geleitet. Das gereinigte Abwasser 6 wird zum Vorfluter (Gewässer) abgeleitet.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur biologischen Abwasserreinigung, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Belebungszone, in der ein Trägermaterial mit der Dichte von $0,8 \rho_{\text{Wasser}} < \rho_{\text{Trägermaterial}} < \rho_{\text{Wasser}}$ im mit Mikroorganismen bewachsenen Zustand enthalten ist, das im Betrieb mit Abwasserbelebtschlammgemisch durchmischt wird, und eine anschließende Beruhigungszone, in der die turbulente Strömung der Belebungszone beruhigt wird, für die Phasentrennung des Trägermaterials vom Abwasserbelebtschlammgemisch sowie eine Rezirkulationseinheit für die Rückführung des aufgeschwommenen Trägermaterials aus der Beruhigungszone zur Belebungszone umfaßt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß eine vorgeschaltete anoxische Zone mit

mechanischer und/oder hydraulischer Durchmischung für die Denitrifikation angeordnet ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine vorgeschaltete anaerobe Zone mit mechanischer und/oder hydraulischer Durchmischung für die biologische Phosphorelimination angeordnet ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Strömungsleitvorrichtung vor der Beruhigungszone vorhanden ist.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung als ein Langbecken (Kaskadenbecken) oder als ein Umlaufbecken ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung als ein Einbecken-Reaktor ausgebildet ist, in dem die verschiedenen Reinigungsschritte nacheinander ausgeführt werden.

7. Verwendung von Trägermaterialien mit einer Dichte von $0,8 \rho_{\text{Wasser}} < \rho_{\text{Trägermaterial}} < \rho_{\text{Wasser}}$ in mit Mikroorganismen bewachsenen Zustand in einer Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6 eingesetzt wird.

8. Verwendung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kornabdicke des Materials im unbewachsenen Zustand der verwendeten Trägermaterialien zwischen $0,75 \text{ g/cm}^3$ und $< 0,95 \text{ g/cm}^3$ liegt.

9. Verfahren zur biologischen Abwasserreinigung dadurch gekennzeichnet, daß das zu reinigende Abwasser eine Belebungszone mit Trägermaterial gemäß Anspruch 7 und anschließend eine Beruhigungszone durchfließt, wobei in der Belebungszone das Trägermaterial durch Belüftung, gegebenenfalls ergänzt durch mechanische und/oder hydraulische Einwirkung, mit dem Abwasserbelebtschlammgemisch durchmischt wird und ein mobiles Wirbelbett für die Ansiedlung von Mikroorganismen und zur Aufkonzentrierung der Biomasse bildet und in der anschließenden Beruhigungszone das Trägermaterial aufgrund seiner Dichte nach oben aufschwimmt und sich vom Abwasserbelebtschlammgemisch trennt, eine Zirkulationsvorrichtung das an der Wasseroberfläche gesammelte Trägermaterial zum Zulauf der Belebungszone zurück fördert, das im unteren Bereich der Beruhigungszone abgezogene Abwasserbelebtschlammgemisch zur Phasentrennung der Nachklärung zugeführt wird, der eingedickte Schlamm zum Zulauf der Belebungszone zurückgeführt oder als Überschußschlamm abgezogen wird.

10. Verfahren nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine Denitrifikation durch Vorschaltung einer nicht belüfteten anoxischen Zone erreicht wird, in die nitrathaltiges Wasser mit den Trägermaterialien durch die Rezirkulationsvorrichtung eingeleitet wird, wobei das Trägermaterial in der anoxischen Zone durch mechanische und/oder hydraulische Einwirkung mit Abwasserbelebtschlammgemisch durchmischt wird.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine biologische Phosphorelimination durch Vorschaltung einer nicht belüfteten anaeroben Zone erreicht wird, wobei das Trägermaterial, durch mechanische und/oder hydraulische Einwirkung mit Abwasserbelebtschlammgemisch durchmischt wird.

12. Die Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß durch Einsatz einer Leitvorrichtung vor der Beruhigungszone die turbulente

Strömung schneller beruhigt und die Aufschwimmung des Trägermaterials begünstigt wird.

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß ein Umlaufbecken verwendet wird, bei dem das Trägermaterial mit der Strömung des Abwasserbelebtschlammgemisches im Kreis durch die verschiedenen Reinigungszone geführt wird.

14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß eine diskontinuierliche Belebungsanlage, beispielsweise eine SBR-Anlage, verwendet wird, wobei die verschiedenen Verfahrensschritte, zum Beispiel biologische Phosphorelimination, Denitrifikation, Nitrifikation und Nachklärung in zeitlicher Reihenfolge ablaufen.

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

Fig. I.1

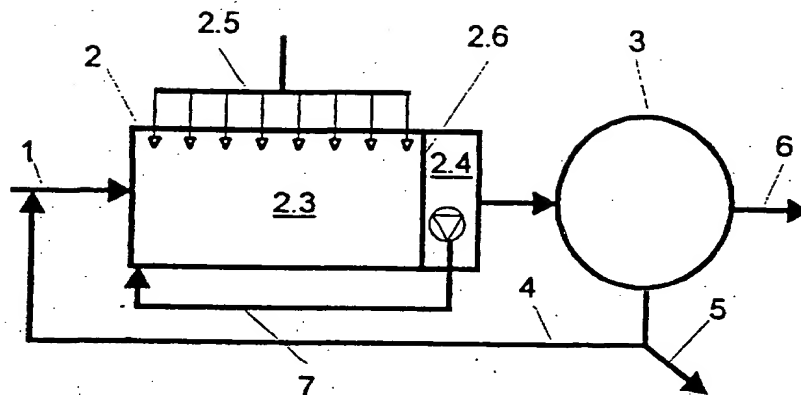


Fig. I.2

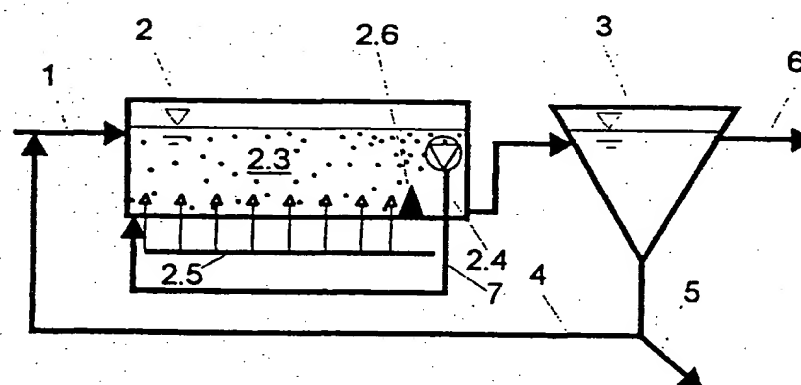


Fig. II.1

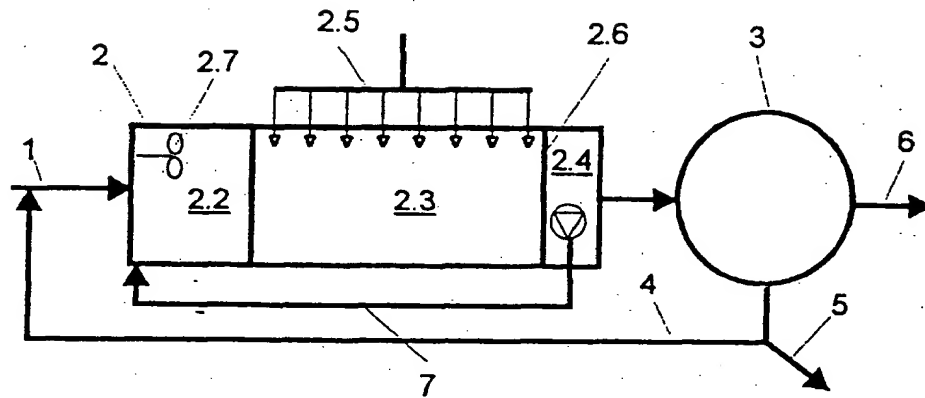


Fig. II.2

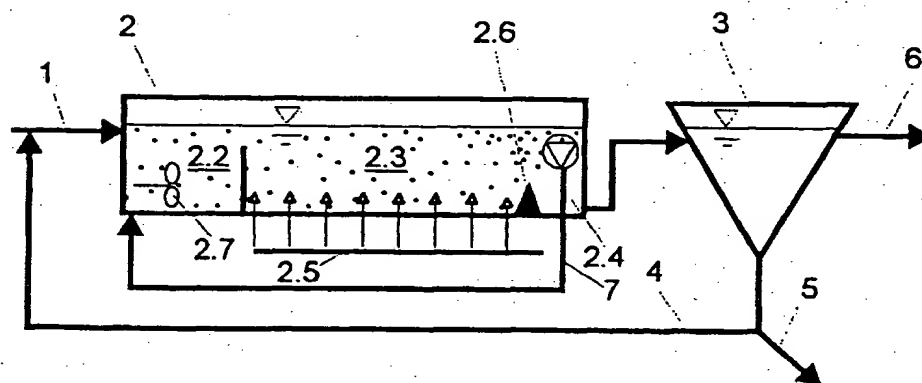


Fig. III.1

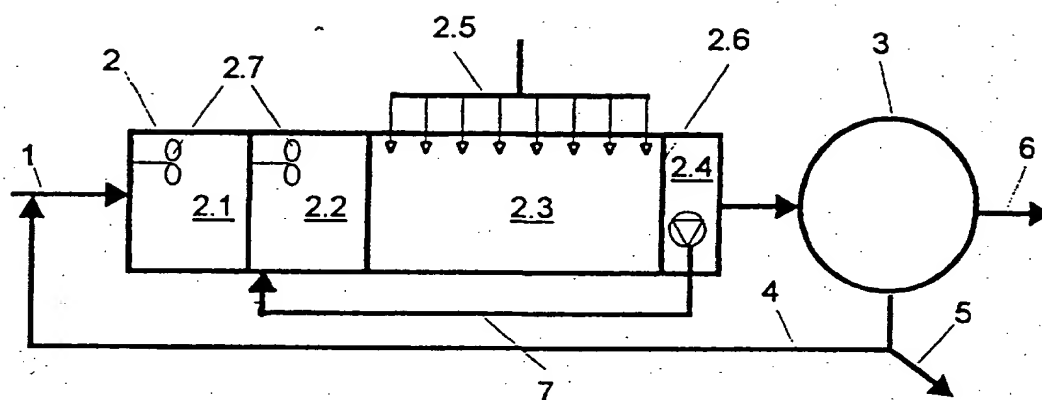


Fig. III.2

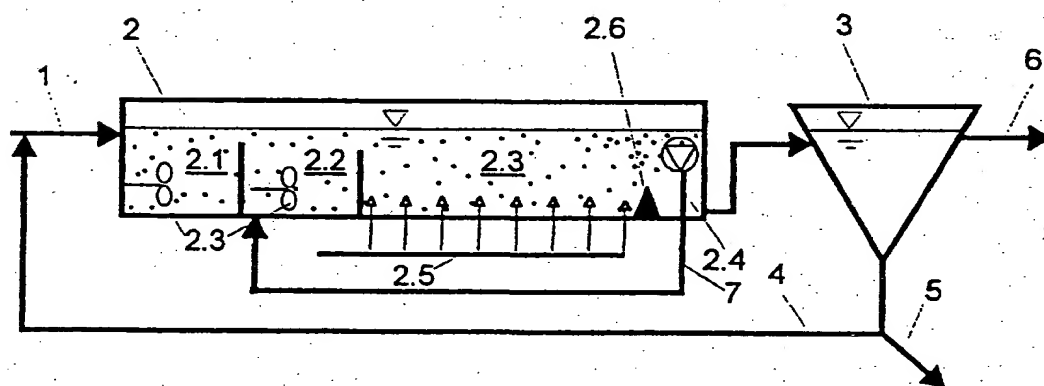


Fig. IV.1

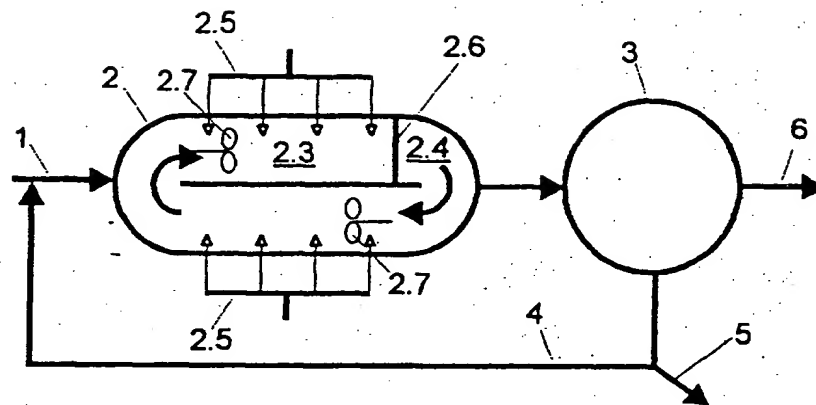


Fig. IV.2

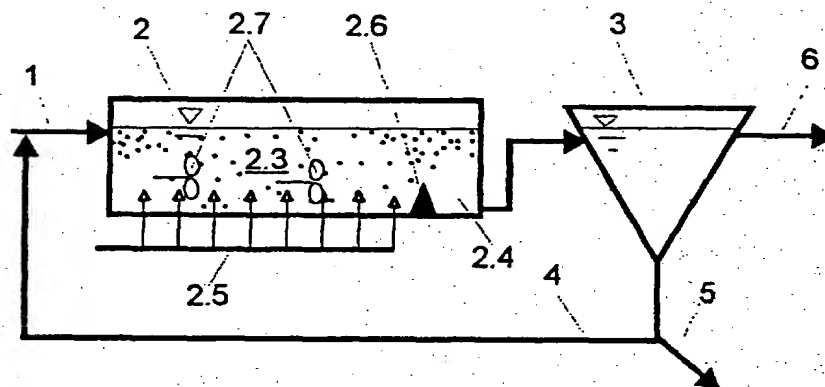


Fig. V.1

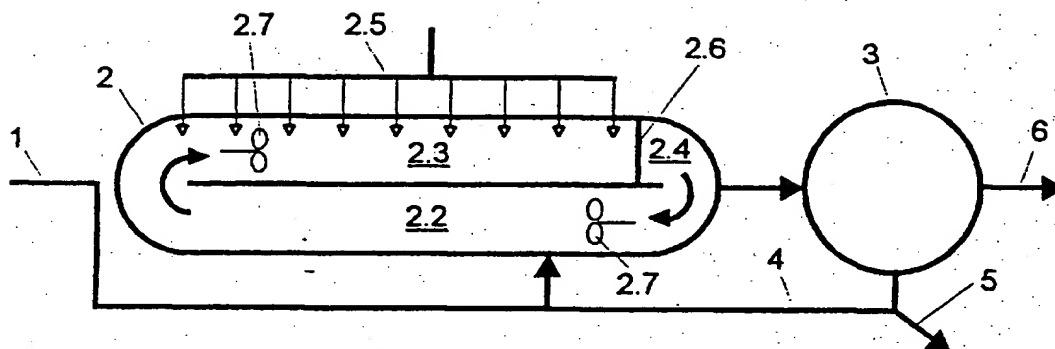


Fig. V.2

